Un exemple simple d'utilisation

Résumé :

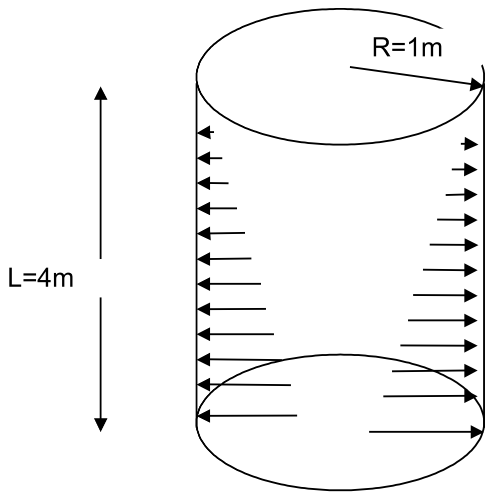
Ce document décrit un exemple très simple d'utilisation de *Code_Aste*r. Les fichiers de mise en données sont ceux du cas test DEMO005, disponible dans la base de cas tests de Code_Aster :

Script Salomé pour la génération de la CAO et du maillage	demo005a.datg
Fichier de commandes de Code_Aster	demo005a.com

Sur la base de ce calcul simple d'un réservoir mince sous pression hydrostatique modélisé en axi-symétrique, on commente les commandes « essentielles ».

1 Modéliser un problème mécanique avec le *Code_Aster*

Le problème à modéliser est un réservoir cylindrique mince d'épaisseur constante (épaisseur $0.1\,m$, rayon intérieur $R=1\,m$, hauteur $L=4\,m$) soumis à une pression interne variable avec la hauteur, correspondant à une pression hydrostatique.



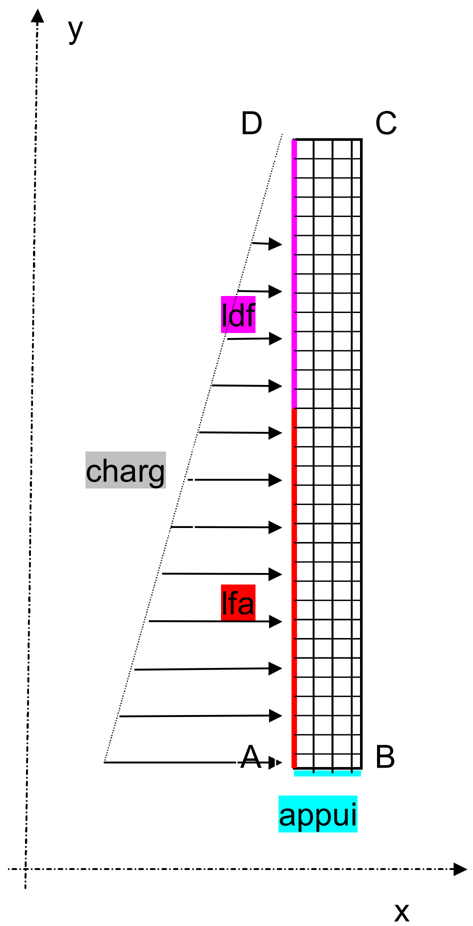
Étant données les symétries de la géométrie et du chargement, on choisit une modélisation bidimensionnelle axi-symétrique.

Il suffira donc de représenter une tranche verticale de ce cylindre (dans le plan XY)

Les deux étapes à prévoir sont :

- la création du maillage
- la rédaction du fichier de commandes

2 Fabrication du maillage : que prévoir ?



Quelque soit le logiciel de maillage utilisé, il faut prévoir, dès la création du maillage, de nommer les zones topologiques qui serviront dans le calcul à affecter des caractéristiques élémentaires, des conditions aux limites, des chargements, des matériaux ...

En effet, bien qu'il soit possible d'utiliser directement les numéros de nœuds et de mailles dans le fichier de commandes, il est préférable d'utiliser des entités nommées (groupes de nœuds, groupes de mailles). Ceci permet d'avoir un fichier de commandes indépendant du degré de raffinement du maillage, et d'une éventuelle renumérotation des nœuds ou des éléments.

En pratique, ces entités sont des groupes :

- groupes de nœuds (contenant éventuellement un seul nœud, comme les points A, B, C, D dans l'exemple),
- groupes de mailles correspondant à des sous-domaines du maillage, ou bien des mailles utilisées pour appliquer les chargements : ici par exemple, le groupe de mailles `LDA` contient des mailles linéiques (mailles de peau) qui serviront à appliquer la pression.

Le script simple de génération de la géométrie (un rectangle) et du maillage peut être lu dans le fichier demo005a.datg.

3 Comment rédiger son fichier de commandes ?

3.1 Partir de rien ?

Quand on veut modéliser un nouveau problème thermo-mécanique, on ne part pas en général de la feuille blanche : il est utile de s'inspirer d'un fichier de commandes d'une modélisation proche de celle à traiter. Comment obtenir ces fichiers ? Les sources sont diverses :

- la base des tests de *Code_Aster*, avec sa documentation, est souvent une aide importante, car elle couvre une grande partie des fonctionnalités du code (on peut trouver ces tests dans le répertoire `astest` de l'installation du code),
- les formations permettent de connaître de façon approfondie l'ensemble des commandes se rapportant à des types de modélisations : statique linéaire, thermique, dynamique, thermo-plasticité, post-traitement … En particulier, les travaux pratiques des formations sont des tests : `FORMA***`. Les documentations de validation associées (V) contiennent les intutitulés et les corrigés de ces travaux pratiques.

La rédaction de ce fichier de commande sera grandement facilitée en utilisant l'éditeur de fichier de commandes EFICAS.

3.2 Quelques commandes essentielles

Nous allons maintenant détailler les commandes nécessaires à la réalisation du calcul envisagé.

Fichier de Commandes	Explications
# Cylindre mince sous pression hydrostatique	Les commentaires sont précédés du signe #,
`DEBUT ( ) ;`	Commande obligatoire pour commencer.
`mail = LIRE_MAILLAGE ( FORMAT='MED' ) ;`	Lecture du maillage au format MED dans le fichier associé par défaut au maillage : l'unité logique 20. Création du concept `mail` contenant le maillage au format Aster
# Définition du modèle	

`modl=AFFE_MODELE(MAILLAGE=mail,`
`AFFE=_F(TOUT='OUI',`
`PHENOMENE='MECANIQUE',`
`MODELISATION='AXIS',),);`
	Un modèle est un concept, ici de nom `modl` , contenant les types d'éléments finis utiles au calcul.
	On associe à toutes les mailles du maillage des éléments finis mécaniques axi-symétriques.
	À noter : une même commande peut se poursuivre sur
	plusieurs lignes

# Définition du matériau	
`acier=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=210000000000.0,` `NU=0.3,),);`	Définition d'un matériau particulier, qu'on a choisi de nommer ici `acier`, et de ses caractéristiques : Le module d'Young et le coefficient de Poisson pour le cas d'un matériau élastique.
# Affectation du matériau sur le maillage	

```
chmat=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=mail,
                    AFFE=_F(TOUT='OUI',
                            MATER=acier,),);
```

Affectation du matériau `acier` sur le maillage `mail`.
Ici le matériau est le même pour tout le maillage On pourrait bien sûr affecter des matériaux différents sur des groupes de mailles particuliers.

Définition des conditions aux limites

```
clim=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=modl,
               FACE_IMPO=_F(GROUP_MA='LAB',
                            DY=0,),);
```

Les conditions aux limites peuvent porter sur des nœuds, des groupes de nœuds, des mailles ou des groupes de mailles.

Ici les nœuds du groupe de mailles `LAB` (mailles de bord) sont affectées de la condition suivante :

$DY=0$ ce qui signifie :« déplacement suivant y » nul pour tous les nœuds du groupe `LAB`

Définition et affectation du chargement : pression fonction de y

```
f_y=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='Y',
                  VALE=(0.0,200000.0,
                        4.0,0.0,),);
```

Les fonctions sont définies point par point (variation affine entre deux points par défaut)
Ici, la pression varie entre :
$200000\,Pa$ pour $y=0$
et 0 pour $y=L$

```
charg=AFFE_CHAR_MECA_F(MODELE=modl,
            PRES_REP=
                  _F(GROUP_MA=('LFA','LDF',),
                     PRES=f_y,),);
```

Affectation de la pression (fonction de y) sur le bord composé des groupes de mailles `LFA` et `LDF`

Résolution

Commande globale de résolution des problèmes statiques en thermo-élasticité linéaire

```
res1=MECA_STATIQUE(MODELE=modl,
                   CHAM_MATER=chmat,
                   EXCIT=(_F(CHARGE=charg,),
                          _F(CHARGE=clim,),),);
```

Association avec le modèle, le champ de matériau(x) et le(s) chargement(s) précédemment définis.

`res1` est le nom du concept résultat produit par la commande. Il contient en particulier le champ de déplacement calculé.

Calcul des contraintes

```
res1=CALC_CHAMP(reuse =res1,
               RESULTAT=res1,
               CONTRAINTE='SIGM_ELNO',);
```

`reuse=res1` signifie que l'on « enrichit » le concept.

`res1` : le champ de contraintes sera stocké en plus du champ de déplacements déjà présent dans le concept.

Le nom `'SIGM_ELNO'` signifie « contraintes calculées aux nœuds de chaque élément à partir des déplacements »

Impression des résultats

```
IMPR_RESU(FORMAT='MED',
          RESU=_F(RESULTAT=res1,),);
```

Impression des résultats au format MED :
déplacements/contraintes sur tout le maillage

`IMPR_RESU(RESU=_F(RESULTAT=res1, GROUP_NO='A',),);`	Impression des résultats au format texte pour le seul groupe de nœuds « A ».
`FIN();`	Commande obligatoire pour clore une exécution

4 Que contient le fichier de résultats ?

Une entête rappelant la date, la version du code, la plate-forme informatique d'exécution utilisée :

```
        -- CODE_ASTER -- VERSION : DEVELOPPEMENT STABILISEE (testing) --

                         Version 11.1.0 du 07/12/2011
                        Copyright EDF R&D 1991 - 2012
                   Exécution du : Thu Apr 12 18:41:37 2012
                         Nom de la machine : cli75at
                             Architecture : 64bit
                         Type de processeur : x86_64
               Système d'exploitation : Linux 2.6.32-27-generic
                       Langue des messages : fr (UTF-8)

                          Parallélisme MPI : inactif
                    Version de la librairie HDF5 : 1.8.4
                    Version de la librairie MED : 3.0.4
                        Librairie MUMPS : installée
                  Version de la librairie SCOTCH : 5.1.10
                  Limite de la mémoire statique : 1.000 Mo
                Limite de la mémoire dynamique : 299.000 Mo
               Taille limite des fichiers d'échange : 48.000 Go


 --------------------------------------------------------------------------------
 ASTER 11.01.00 CONCEPT res1 CALCULE LE 12/04/2012 A 18:41:37 DE TYPE EVOL_ELAS
```

Impression du champ de déplacements aux nœuds du groupe A (ne contient en fait qu'un nœud : le point A) :

```
GROUP_MA : NOEUDA
CHAMP AUX NOEUDS DE NOM SYMBOLIQUE  DEPL
 NUMERO D'ORDRE: 1 INST:  0.00000E+00
 NOEUD        DX           DY
 N1        9.95605E-06  1.24077E-23
```

Impression du champ de contraintes par éléments aux nœuds :

```
 CHAMP PAR ELEMENT AUX NOEUDS DE NOM SYMBOLIQUE  SIGM_ELNO
 NUMERO D'ORDRE: 1 INST:  0.00000E+00
 M211      SIXX         SIYY         SIZZ         SIXY
 N1       -1.26603E+05 -8.29982E+04  1.97655E+06  1.02990E+03
 M212      SIXX         SIYY         SIZZ         SIXY
 N1       -1.50710E+05 -1.11440E+04  1.94959E+06 -2.92821E+04
```

Un tableau résumant les commandes utilisées et le temps CPU de chacune :

```
 ********************************************************************************
 * COMMAND                  :       USER :     SYSTEM :   USER+SYS :    ELAPSED *
 ********************************************************************************
 * AFFE_MODELE              :       0.08 :       0.02 :       0.10 :       0.10 *
 ********************************************************************************
 * TOTAL_JOB                :       1.59 :       0.14 :       1.73 :       1.67 *
 ********************************************************************************
```

5 Et les autres fichiers produits par le calcul ?

5.1 Le fichier de messages

Ce fichier contient l'écho des commandes et donne des informations complémentaires sur l'exécution de chaque commande :

par exemple `MECA_STATIQUE` :

```
#----------------------------------------------------------------------------
# Commande No :  0009            Concept de type : evol_elas
#----------------------------------------------------------------------------
  res1=MECA_STATIQUE(EXCIT=(_F(TYPE_CHARGE='FIXE',
                             CHARGE=charg),
                          _F(TYPE_CHARGE='FIXE',
                             CHARGE=clim)),
                     INFO=1,
                     OPTION='SIEF_ELGA',
                     SOLVEUR=_F(RENUM='METIS',
                                STOP_SINGULIER='OUI',
                                METHODE='MULT_FRONT',
                                NPREC=8),
                     INST=0.0,
                     MODELE=modl,
                     CHAM_MATER=chmat,);

Le système linéaire à résoudre contient 51 nœuds dont:
   - 43 nœuds portant des degrés de liberté physiques
   - 8 nœuds portant des degrés de liberté de Lagrange
Pour un total de 94 équations.

   CHAMP STOCKE :             DEPL INSTANT :  0.00000E+00  NUMERO D'ORDRE :     1

# Fin commande No : 0009 user+syst: 0.13s (syst: 0.02s, elaps: 0.10s)
#----------------------------------------------------------------------------
```

5.2 Le fichier de résultats au format MED

Le fichier de résultats au format MED est produit par défaut par Astk dans l'unité logique 80.

Ce fichier MED peut être importé par les modules de visualisation de Salomé (POSTPRO, PARAVIS) afin d'afficher les champs qui le composent (déplacement, contraintes) :

